

Т. З. Минбагисов, И. С. Селезнева, М. Н. Иванцова

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

tz-minbagisov@yandex.ru

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАЛАЦИКЛОВИРА

В данном исследовании были выявлены и обоснованы некоторые узкие места производства субстанции Валацикловира в отношении экономии электроэнергии, произведено сравнение текущих и теоретических энергозатрат при внедрении регенерации катализатора, выявлена возможность энергосбережения, а также приведён экономический расчёт. На основании исследования предложено внедрение установки по регенерации катализатора, которое позволит увеличить ресурсо- и энергосбережение при производстве субстанции Валацикловира.

Ключевые слова: *энергосбережение, ресурсосбережение, противовирусный препарат Валацикловир, регенерация катализатора.*

T. Z. Minbagisov, I. S. Selezneva, M. N. Ivantsova

Ural Federal University, Ekaterinburg

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY TO REDUCE THE ENERGY AND RESOURCE CONSUMPTION IN VALACICLOVIR PRODUCTION

In this study, some bottlenecks of the Valaciclovir substance production in relation to energy saving were identified and justified, current and theoretical energy costs were introduced during the implementation of catalyst regeneration, the possibility of energy saving was identified, and an economic calculation was also given. Based on the study, the introduction of a catalyst regeneration unit was proposed, which will increase resource- and energy-saving in the Valaciclovir substance production.

Keywords: *energy saving, resource saving, antiviral drug Valaciclovir, catalyst regeneration.*

Около 2/3 людей инфицировано вирусом простого герпеса 1 типа [1], однако существуют лишь способы сдерживания, а не полного излечения его, например – с помощью противовирусных препаратов. Одним из таких препаратов является аналог нуклеозидов – Валацикловир. Данный препарат наиболее перспективен в применении среди аналогов нуклеозидов. По клинической эффективности на 25–40 % превосходит Ацикловир, имеет биодоступность около 70 % (в чём превосходит Пенцикловир, Ацикловир, Рибавирин), сравнительно малотоксичен, чем превосходит Ганцикловир, Идоксуридин, Рибавирин. Однако производство Валацикловира (на предприятии компании «Р-Фарм», Ростов) обладает рядом узких мест, связанных с излишним потреблением энергии и материальных ресурсов, которое необходимо оптимизировать с целью сбережения ресурсов. В связи с этим, целью данной работы было предложить усовершенствования и сопоставить текущие расходы (по определённым узлам) с теми, которые можно сформировать при введении таких элементов, как регенерация катализаторов.

Существует два варианта действий с отработанным катализатором – переработка и регенерация [2]. Переработка катализатора представлена различными технологиями: кислые (HNO_3 , t до 750 °C), щелочные (NaOH , t до 900 °C), автоклавные (водные растворы щелочи, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, 170 °C, извлечение до 99 %), измельчение (требует много оборудования, как и электролиз), термические (t до 1000 °C) и др. То есть, переработка катализатора требует значительных затрат энергии или реагентов. Наиболее распространённым считается термический обжиг из-за относительной простоты. Такой способ требует около 300 кВт·ч на кг извлекаемого металла. Соответственно, при сдаче катализатора на переработку, требуется закупка свежего катализатора Pd/C, для производства которого также требуются затраты сырья и энергии [2].

Регенерация позволяет вернуть отработанный катализатор в цикл производства, путём очистки его каталитической поверхности от загрязнителей. Обычно данный подход подразумевает

термическую обработку катализатора (до 250 °С) в токе воздуха, что ведёт к удалению летучих фракций (уксусная кислота, влага), вакуумирование, термическое восстановление (нагрев в азотно-водородной среде) нелетучих загрязнителей, а также продуктов термического окисления, с удалением их с поверхности катализатора. Повторное вакуумирование отводит оставшиеся компоненты-загрязнители. Примером установки, способной обеспечить регенерацию является установка РК-1 с максимальным энергопотреблением 8 кВт·ч для своей работы. Термическая переработка требует в 25 раз больше энергии. Кроме того, возвращение отработанного катализатора в цикл требует меньшего расхода реактивов, чем переработка отработанного и получение нового катализатора. К тому же, в силу относительно незначительной загрязнённости катализатора, можно предположить, что его регенерация будет осуществляться не менее двух раз, без явной потери активности. Помимо ресурсо- и энергосбережения, подобная установка обеспечивает и экономическую выгоду.

По данным [4], стоимость 10 % Pd/C составляет 909 евро за 50 грамм, то есть при курсе 70,5 руб. = 1 евро (на 16.11.19), потребуется 6 229 013 руб. за 4,86 кг/год. Сдача катализатора на переработку принесёт 2 500 руб./кг, что составит 12 150 руб./4,86 кг. Следовательно, итоговые затраты составят: 6 216 863 руб. Стоимость установки РК-1 около 10 млн руб. [5]. Затраты на электроэнергию придутся на окончание года (регенерация всего объёма катализатора) и будут небольшими, ими можно пренебречь. Тогда окупаемость составит:

$$T = \frac{10\,000\,000}{6\,216\,863} = 1,61 \text{ (1 год и 8 мес.)}.$$

Таким образом, можно сделать вывод, что внедрение установки по регенерации катализатора позволит снизить ресурсо- и энергопотребление производства субстанции Валацикловира, а также окажется экономически целесообразным.

Список использованных источников

1. По оценкам, две трети населения в мире в возрасте до 50 лет инфицированы вирусом простого герпеса типа 1 // Всемирная организация здравоохранения : официальный сайт. 2015. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/detail/28-10-2015-globally-an-estimated-two-thirds-of-the-population-under-50-are-infected-with-herpes-simplex-virus-type-1> (дата обращения: 19.11.2019).
2. Singh B. Treatment of spent catalyst from the nitrogenous fertilizer industry – A review of the available methods of regeneration, recovery and disposal / B. Singh // Journal of Hazardous Materials. 2009. P. 24–37. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19286315/> DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.01.071 (дата обращения: 20.11.19).
3. ИТС 33-2017. Производство специальных неорганических химикатов = Production of specialty inorganic chemicals : информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Росстандарта от 13 декабря 2017 г. № 2816 : действует : дата введения 2018-07-01 / Разработан технической рабочей группой «Производство специальных неорганических химикатов» (ТРГ 33). М. : Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru), 2017. 132 с. URL: <https://www.gost.ru/documentManager/rest/file/load/1520858655736> (дата обращения: 20.11.19).
4. Alfa Aesar : [сайт] / Thermo Fisher (Kandel) GmbH. Германия, 2014. URL: <https://www.alfa.com/ru> (дата обращения: 16.11.19).
5. Русские Энергетические Технологии : инвестиционная научно-производственная компания : [сайт]. Москва, 2001. URL: <http://retech.ru> (дата обращения: 16.11.19).